

ŽÁROBETON PRO OCHRANU KYSLÍKOVÉ TRYSKY

Vojtěch Kavan^a

Jiří Bulín^b

Milan Henek^c

a) DITHERM a.s., Praha

b) Škoda Kovárny Plzeň s.r.o., Plzeň

c) Průmyslová keramika, spol. s r.o., Rájec-Jestřebí

Abstrakt

Kyslíková tryska se používá k oxidaci taveniny v pánvi ASEA při výrobě ocelí s vysokým obsahem chromu. K výraznému snížení uhlíku dochází ve vakuu při nízkém propalu chromu. Při oxidaci lázně tryska rychle degraduje a uvolněný materiál snižuje reaktivnost a bazicitu strusky. Proto se vyžaduje co nejnižší opotřebení trysky v průběhu tavby. V ocelárně Škoda Kovárny Plzeň je navíc zaveden systém výroby trysek přímo v provozu a používaná konstrukce trysky neumožňuje dokonalé temperování žárobetonové vrstvy. Tato skutečnost ve spojení s doposud aplikovaným běžným hutným žárobetonem nespĺňovala požadavek na nízké úbytky žárobetonového ochranného obalu. Proto byl vyvinut a aplikován speciální žárobeton s chemickou vazbou, který nevyžaduje dokonalé předsoušení. Provozní zkoušky prokázaly několikanásobně menší úbytky žárobetonového obalu trysky během dmýchání.

1. POPIS APLIKACE

V ocelárně Škoda Kovárny Plzeň je nutné několikrát v roce vyrábět oceli s nízkým obsahem uhlíku a vysokým obsahem chromu a to nejen austenitické, ale i feritické a martenzitické. K výrobě takovýchto vysocechromových nízkouhlíkatých ocelí se v současnosti s úspěchem používá převážně systémů VOD a AOD, které zajišťují vysoké využití chromu při nízkých obsazích uhlíku.

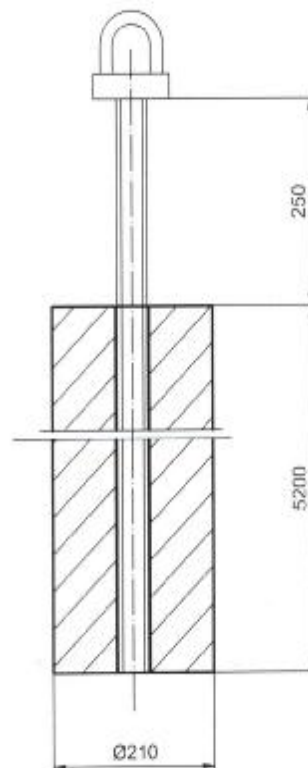
Provoz Ocelárna bohužel takovými agregáty nedisponuje, avšak vlastní zařízení ASEA-SKF, kde je tato technologie proveditelná. ASEA-SKF je v podstatě pánvová pec s klenbou ohřevu a klenbou vakua. Pro výrobu Cr-ocelí konstruktéři použili kyslíkovou trysku ve vakuové klenbě. Toto uspořádání mělo mnoho nevýhod, docházelo zejména k velkému výhozu taveniny na klenbu a tím vlastně k „přivaření“ pánve ke klenbě, nehledě k vysokému teplotnímu namáhání těsnících elementů klenby, které měly podstatně sníženou životnost, někdy i na jednu tavbu. Tento stav byl neúnosný a proto došlo v podstatně změně technologie.

V současné době je kyslíková tryska umístěna pod klenbou ohřevu. Na počátku používání trysky bylo nutno řešit různé vznikající problémy a kontinuálně upravovat technologii. Kyslík je v tomto případě nutno dmýchat těsně pod hladinu oceli. Při oxidaci lázně tryska ubývá, čímž dochází k nežádoucímu snižování reaktivnosti a bazicity strusky, proto je nutné co nejnižší opotřebení trysky v průběhu oxidace tavby.

2. STÁVAJÍCÍ STAV

Původně byla tryska konstruována jako pětiotvorová vyzděná běžným hutným žárobetonem, jehož základní vlastnosti jsou uvedeny v *Tabulce 1*. Nevýhodou této trysky bylo poměrně velké opotřebení s možností protavení stěny trysky v poměrně velké vzdálenosti od hladiny a tím úniku reakčního kyslíku. Následná výměna trysky pak trvá asi 30 minut, což značně komplikuje daný metalurgický proces. Dále vyvstávaly problémy s regulací procesu oduhličení, neboť ocelárna nevlastní analyzátor spalin. Při dmýchání také nastávalo i přes provizorní vysušení vztlínání zbytkové vody, která se srážela v místě uchycení trysky a stékala na klenbu. Pokud došlo k úniku reakčního kyslíku bylo nutno vyměnit trysku za novou, což je vzhledem k uchycení trysky poměrně časově náročné.

Obr.1 Schéma kyslíkové trysky



Tabulka 1 Používaný žárobeton

		Hutný žárobeton	
Klasifikační teplota	°C	1600	
Materiálová báze		korund, bauxit	
Rozdělovací voda	l/100 kg	8 -9	
Al ₂ O ₃	%	85,5	
SiO ₂	%	6,7	
Fe ₂ O ₃	%	0,8	
CaO	%	5,4	
Objemová hmotnost	110°C	kg.m ⁻³	2850
	800°C	kg.m ⁻³	
	1600°C	kg.m ⁻³	2750
Pevnost v tlaku	110°C	MPa	80
	800°C	MPa	
	1600°C	MPa	55
Zdánlivá pórovitost	110°C	%	19
	1600°C	%	21
Trvalé délkové změny	110°C	%	
	1600°C	%	-0,2

2.1. Problémy stávajícího uspořádání

Faktory popisující současný neuspokojivý stav jsou v zásadě následující:
 -technologie zalévání žárobetonové směsi do tzv. "ztraceného bednění (vnějšího plechového pláště trysky), instalační místo je obtížné přístupné, ztuhnutí bývá nedokonalé a špatně kontrolovatelné ;
 -ocelový plášť trysky a nízká možná teplota předhřevu neumožňují dokonalé předsušení žárobetonového obalu, tj. veškeré odstranění volné a vázané vody;

-použitý obyčejný žárobeton vykazuje vysokou pórovitost;

Všechny tyto skutečnosti jsou příčinou velmi rychlého úbytku žárobetonového obalu trysky během její provozní aplikace. Zadáním bylo řešit výrazně větší provozní výdržnost kyslíkové trysky, aniž by se výrazně měnila její konstrukce, technologie instalace žárobetonu a předsoušení.

3. ŘEŠENÍ

Podle popsaného stávajícího stavu a možností vedly k uspokojivému řešení problému následující cesty:

1) Dodávky hotových kyslíkových trysek přímo od výrobce. K tomuto řešení však nebylo ze strany provozovatele doposud přistoupeno hlavně z ekonomických důvodů a dále byla částečnou příčinou jistá tradice v provozu.

2) Hledání nového typu žárovzdorné směsi, která by splňovala následující zadávací kritéria:

-použití žárovzdorného směsi nevyžadující perfektní vysoušení

-zvýšení odolnosti žárovzdorného materiálu proti korozi

-použití přísad zvyšující pevnost žárovzdorného střepe a odolnost proti teplotním šokům

3.1. Volba žárovzdorné směsi

Všechny hydraulicky pojené žárobetony vyžadují ke zpravování a instalaci vodné prostředí. I když moderní tzv. ztekucené žárobetony potřebují pro optimální konzistenci výrazně nižší podíly záměsové vody, zůstává velkým problémem jejich rychlé vysoušení. Střep těchto žárobetonů je naopak velmi hutný, obsahuje výrazně menší podíl otevřených pórů potřebných k odvodu vody (páry). Před uvedením vyzdívkou do trvalého provozu je bezpodmínečně nutné odstranit jak tzv. nevyužitou volnou vodu, tak vodu vázanou v různých hydratovaných minerálech. Právě odstranění volné vody se musí provádět velmi obezřetně, protože probíhá ve velmi úzkém teplotním intervalu, kdy je nutné náběh teploty zpomalit, popřípadě na dlouhou dobu zcela zastavit [2]. Typická standardní křivka vysoušení tenčí žárobetonové vrstvy je na *Tabulce 2*.

Tabulka 2 Základní vysoušecí křivka žárobetonové vrstvy do 100 mm

Teplota °C	Rychlost ohřevu °C/h	Doba ohřevu h
20 - 120	30	ca 3,5
120	0 (prodleva)	24
120 - 350	20	11,5
350	0 (prodleva)	6
350 - 600	20	12,5
600	0 (prodleva)	6
600 - prac.teplota	50	

Pozornost tedy byla obrácena na žárovzdorné směsi s jiným typem pojivového systému, chemicky vázanými. Již mnoho let jsou s úspěchem používány žárovzdorné hmoty pro horké opravy vyzdívek s pojivy fosfátovými.[1]. Uvedené hmoty lze přímo aplikovat na horké povrchy vyzdívek, aniž by docházelo k jejich destrukci, odprýskávání apod.

3.2. Žárové betonové směsi s chemickou vazbou

Byly připraveny za studena samotvrdnoucí žárové betonové směsi, které jsou dodávány v suchém stavu a na rozdíl o hydraulických žárové betonů se místo s vodou rozmíchávají s tekutým fosfátovým pojivem. V *Tabulce 3* jsou u vybraných uvedeny jejich základní fyzikální a chemické hodnoty. Uvedené chemicky vázané žárové betonové směsi se zpracovávají obdobou technologií jako běžné žárové betony, svými vlastnostmi se blíží žárové betonům nízkocementovým. Lze obecně konstatovat, že se uplatňují všude tam, kde vyhovují žárové betony typu LCC, popřípadě ULCC.

Tabulka 3 Žárové betony s chemickou vazbou

			UNIBET 1300	UNIBET 1500	UNIBET 1650-K
Klasifikační teplota	°C		1300	1500	1650
Materiálová báze			šamot	nízkožel.šam.	korund
Rozd. kapalina REFRAFIX PX	kg/100 kg		15	13	9-10
Al ₂ O ₃	%		41	45	96
SiO ₂	%		48	46	0,5
Fe ₂ O ₃	%		2,5	1,0	0,5
Objemová hmotnost	110°C	kg.m ⁻³	2140	2170	2900
	800°C	kg.m ⁻³	2070	2100	2820
	(1300) 1500°C	kg.m ⁻³	(2080)	2120	2860
Pevnost v tlaku	110°C	MPa	60	70	60
	800°C	MPa	45	45	55
	(1300) 1500°C	MPa	(70)	100	55
Zdánlivá pórovitost	800°C	%	18	16	17
	(1300) 1500°C	%	15	12	19
Trvalé délkové změny	800°C	%	-0,2	-0,2	-0,2
	(1300) 1500°C	%	(±0,5)	-0,7	0,8

Jejich největší výhodou (odlišení) oproti hydraulicky vázaným představuje možnost velmi rychlého uvedení vyzdívky do provozu bez předchozího zdlouhavého předsušení. Příčinou je vlastní vazebný systém, to značí použité tekuté fosfátové pojivo v kombinaci s reaktivními přísadami v suché žárové betonové směsi. Tato kombinace výrazně eliminuje podíl volné vody v žárové betonovém střepe. V kritické oblasti 100-200°C uniká pouze velmi malý objem vody ze žárové betonové vrstvy, takže i při rychlém růstu teplot nedochází k poruchám vyzdívky. Ostatní voda ve střepe je chemicky navázána (v kyselině fosforečné, v hydratovaných solích ap) a její uvolňování probíhá v širokém teplotním oboru až do 1000°C. Uvolňování je mimo to postupné, odvislé od teploty rozkladu, popřípadě transformace příslušného minerálu ev. sloučeniny.

3.3. Kyslíkové trysky s obalem z chemicky vázaných žárové betonů

Pro první zkoušky byly vyrobeny obaly trysek z korundového žárové betonu UNIBET 1650-K, do směsi byly přidány jehličky ze žárovečné oceli a organická mikrovlákna. Instalace žárové betonu byla prováděna vibrací pomocí ponorného vibrátoru. Hotová tryska byla neřízeně temperována ve vertikální komoře po dobu 3 dnů, s dosažením maximální možné teploty asi 160°C.

Závěry prvních provozních zkoušek (6 trysek) prokázaly výrazně nižší úbytky žárobetonového obalu. V průměru se jednou tryskou profoukalo 3x větší množství kyslíku, než při původním materiálu. Tím logicky došlo i k menšímu ovlivnění změny chemického složení strusky. Vůbec se nevyskytl případ porušení obalu trysky nad hladinou kovu a tím úniku kyslíku mimo taveninu. Dokonce se ukázalo, že životnost trysky je pro menší rafinovaná množství oceli mnohdy i příliš vysoká. Kyslíková tryska také není celou svou délkou ponořena v tavenině, takže její horní část (téměř polovina) není vystavena tak náročným podmínkám. S ohledem na tyto skutečnosti bylo pro trvalý provoz přijato řešení, že žárobetonový obal bude vytvářen ze dvou jakostních tříd materiálů. Spodní ponořená část bude obetonována korundovým žárobetonem UNIBET 1650-K, horní potom šamotovým žárobetonem UNIBET 1300.

4. ZÁVĚR

Popsaná provozní aplikace splnila zadání uživatele na zkvalitnění metalurgického procesu. Prokázala možnost úspěšného uplatnění chemicky vázaných žárobetonů pro obal kyslíkové dmýchací trysky. Navržené a ověřené řešení provozně prokázalo výrazně nižší opotřebení žáromateriálu během dmýchání kyslíku. Získané poznatky a výsledky jsou podkladem pro další rozšíření uplatnění chemicky vázaných žárobetonů v metalurgických i jiných vyzdívkách.

V případě zadavatele Škoda Kovárny Plzeň došlo k zavedení takto vyráběných trysek pro oceli: 08CH18N10T, 08CH18N5G12AB, 015CH17M2B, A182 F91 a zejména X46Cr13. Díky vyšším výdržnostem je možné „sfoukat“ vyšší množství uhlíku, čímž dochází ke značné úspoře finančních prostředků, neboť FeCr s vyšším obsahem uhlíku je obecně levnější, než FeCr s nižším obsahem C.

5. LITERATURA

- [1] PETZOLD,A., ULBRICHT,J. : Feuerbeton. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie,Leipzig 1994, str. 36-46
- [2] Deutsche Gessellschaft Feuerfest- und Schornsteinbau. Feuerfestbau. Vulkan Verlag Essen, 3. Ausgabe 2003, str.317-323